

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 249/383

In re patent application of

Won-taek PARK

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: ELECTROMAGNETIC INDUCED ACCELERATOR

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

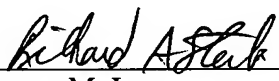
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2002-80062, filed December 14, 2002.

Respectfully submitted,

December 15, 2003
Date



Eugene M. Lee
Reg. No. 32,039
Richard A. Sterba
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.
1101 Wilson Boulevard Suite 2000
Arlington, VA 20009
Telephone: (703) 525-0978



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0080062
Application Number PATENT-2002-0080062

출원 년 월 일 : 2002년 12월 14일
Date of Application DEC 14, 2002

출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

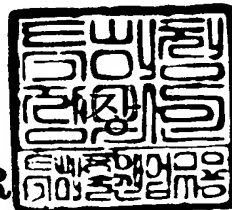
51



2003 년 01 월 06 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0013
【제출일자】	2002. 12. 14
【국제특허분류】	H01J
【발명의 명칭】	전자기 유도 가속기
【발명의 영문명칭】	Electromagnetic induced accelerator
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박원택
【성명의 영문표기】	PARK, Won Taek
【주민등록번호】	580605-1009313
【우편번호】	134-780
【주소】	서울특별시 강동구 명일1동 삼익가든아파트 6동 603호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】 13 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 5 항 269,000 원

【합계】 298,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

전자기 유도 가속기가 개시된다. 개시된 전자기 유도 가속기는, 소정 간격 이격되어 내부 및 외부에 동축으로 나란히 위치하고 축방향으로 유도 자기장이 감소하도록 형성된 내부 및 외부 원형 루프 인덕터와, 내부 및 외부 원형 루프 인덕터 사이에 내부 및 외부 인덕터와 접촉하는 유전층을 구비하며 상기 유전층 사이의 유도 자기장에 의해 이차전류가 유도되는 채널 및, 채널에 펄스 에너지를 공급하여 플라즈마를 생성하는 방전 코일을 구비한다. 플라즈마 이온의 속도를 용이하게 조절할 수 있으며, 이방성, 선택성, 막균질도 및, 공정재현성이 뛰어난 식각공정을 수행할 수 있다.

【대표도】

도 3

【명세서】

【발명의 명칭】

전자기 유도 가속기{Electromagnetic induced accelerator}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 미국특허 제5,847,493호에 개시된 "홀 효과 플라즈마 가속기"를 간략히 나타낸 절단 사시도,

도 2는 논문 IEEE VOL. 22. No. 6에 게재된 "동축 플라즈마 가속기"를 간략히 나타낸 단면도,

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전자기 유도 가속기를 간략히 나타낸 절단 사시도,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전자기 유도 가속기를 간략히 나타낸 단면도.

<도면의 주요부분에 대한 부호설명>

101 ; 내부 루프 인덕터

103 ; 외부 루프 인덕터

105 ; 유전층

107 ; 채널

109 ; 방전코일

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<9> 본 발명은 플라즈마 가속기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전자기 유도 플라즈마 가속기에 관한 것이다.

- <10> 고속의 마이크로 프로세서 및 고기록밀도의 메모리에 대한 필요가 증가됨에 따라 하나의 반도체 칩 상에 많은 소자를 탑재할 수 있도록 게이트 유전체의 두께 및 로직 소자의 측방향 크기를 감소시키는 기술이 개발되고 있다. 즉, 트랜지스터 게이트 길이를, 35mm 이하로 감소시키고 게이트 옥사이드의 두께를, 0.5nm 이하로 감소시키며, 금속화 레벨을 6이상으로 향상시키려는 연구가 진행되고 있다. 이러한 기술을 실현하기 위해서는 반도체 칩 제조공정시 고성능의 식각 기술과 패턴 이송 기술이 요구되며, 이에 따라 플라즈마 가속기를 이용한 식각 기술이 더욱 중요성을 가지게 된다.
- <11> 도 1은 미국특허 제5,847,593호에 개시된 "홀 효과 플라즈마 가속기"를 보인 절단 사시도이다.
- <12> 도 1을 참조하면, 차폐된 상단과 개방된 하단을 가지는 원형 채널(22)과, 채널(22)의 내부 및 외부에 동축으로 나란히 위치하며, 물리적 및 자기적으로 분리된 자극을 가지고 자기장을 형성하는 내부 및 외부 원형 코일(16, 17, 18, 18', 19)과, 가스공급 파이프(25)가 연결되어 공급되는 가스를 이온화시키는 원형 양극(24)과, 채널(22) 하단의 자극 상에 위치하고 가스공급선(29)이 연결되어 전자를 공급하는 음극(27)이 설치되어 있다.
- <13> 외부 코일(17, 18, 18', 19)은 채널(22) 외부를 감싸는 상부 코일(17) 및 채널(22)의 개구를 감싸는 분리된 섹션의 하부 코일(18, 18', 19)로 구분되고, 상부 코일(17)과 내부 코일(16)의 상부는 유전층(23)으로 격벽되어 이 영역의 자기장을

차폐함으로써 채널(22) 전체가 아닌 채널(22)의 개구부(22A) 영역에서만 채널(22)의 공간부(20)를 가로지르는 국소적인 자기장이 유도되도록 한다. 하부 코일(18, 18', 19)이 위치하는 부분에 형성된 자기장은 전자를 국소적으로 포획한다. 결국 양극(24)과 음극(27)이 존재하여 형성된 전기장으로는 양이온만을 가속시킬 수 있고 전기적으로 중성인 플라즈마를 가속시킬 수 없다. 또한 상기 종래 기술은 이온을 증착시키고자 하는 기판 표면상에 전하를 축적하여 전하 단락과 같은 손실을 일으킬 수 있으며, 미세 패턴 내 노치를 유발하여 식각 프로파일을 불균일하게 할 수 있다.

<14> 도 2는 논문 IEEE Tran. on Plasma Sci., VOL. 22, No. 6, 1015, 1994. J. T.

Scheuer, et. al., 에 게재된 "동축 플라즈마 가속기"를 간략히 나타낸 단면도이다.

<15> 도 2를 참조하면, 동축 플라즈마 가속기는, 차폐된 상단과 개방된 하단을 가지고 내부로 인입되는 가스가 방전되면서 생성되는 플라즈마가 가속되는 원형 채널(50)과, 채널(50)의 내부에 위치하는 실린더형 음극(54)과, 음극(54)과 소정 간격 이격되어 채널(50) 개구부의 외측에 동축방향으로 나란히 위치하는 실린더형 양극(52)을 포함하며, 또한 채널(50) 내 플라즈마를 제어하는 제어코일(64) 및, 음극(54) 내부에 마련된 음극 코일(56)과, 양극(52) 외부에 마련된 양극 코일(66)을 포함하고, 음극 및 양극 코일(54, 56)에 흐르는 전류에 의해 채널(50)의 개구부에 자기장을 유도하는 자기유도장치를 구비한다.

<16> 상기 종래 기술은 양극(52)과 음극(54)이 각각 마련되는 내벽 및 외벽이 설치된 채널(50)과 채널(50)의 외부에 제어코일(64)을 구비함으로써, 채널(50)을 가로지르는 전류를 내부에 형성하고 이 전류에 의해 음극(54)을 감싸는 방사상 방향으로 자기장을 유도한다. 이 가속기는 로스 알라모스 국가 실험실(Los Alamos National Laboratory)에서

제작된 우주선에 탑재되는 플라즈마 가속기이다. 이 가속기에서 가속되는 플라즈마 이온의 속도는 대략 500eV의 초자기 음속을 나타내므로 채널(50)내에서 양극(52)에서 음극(54)으로 가속되는 플라즈마 이온이 음극(54)에 충돌하여 음극(54)을 손상시키는 정도가 심하여 반도체 박막 증착공정의 식각 공정을 위한 용도로 사용하기는 어렵다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<17> 따라서, 본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는 상술한 종래 기술의 문제점을 개선하기 위한 것으로서, 반도체 박막 증착 공정시 이방성, 선택도, 균질의 막질 형성 및, 공정 재현성을 만족시키는 중성의 플라즈마 이온을 가속시키는 가속기를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<18> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은,

<19> 소정 간격 이격되어 내부 및 외부에 동축으로 나란히 위치하고 축방향으로 유도 자기장이 감소하도록 형성된 내부 및 외부 원형 루프 인덕터;

<20> 상기 내부 및 외부 원형 루프 인덕터 사이에 상기 내부 및 외부 인덕터 와 접촉하는 유전층을 구비하며 상기 유전층 사이의 유도 자기장에 의해 이차전류가 유도되는 채널; 및

<21> 상기 채널에 펄스 에너지를 공급하여 플라즈마를 생성하는 방전코일;을 구비하는 전자기 유도 가속기를 제공한다.

<22> 상기 내부 및 외부 원형 루프 인덕터는 축방향으로 코일의 권전수가 감소되거나, 축방향으로 전류가 감소되는 것이 바람직하다.

- <23> 상기 자기장은 상기 축방향에 직교하는 방향으로 상기 채널을 가로질러 형성되며, 상기 이차 전류는 상기 내부 원형 루프 인덕터를 감싸는 방향으로 형성된다.
- <24> 본 발명은 전자 축적에 의한 전기장을 이용하는 종래의 정전기력을 이용한 가속기 대신 유도 자기장과 전류를 이용하여 고평렉스 밀도를 가지는 중성 플라즈마를 가속시키는 전자기 유도 플라즈마 가속기를 제공한다.
- <25> 이하 본 발명의 실시예에 따른 전자기 유도 가속기를 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <26> 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전자기 유도 가속기를 간략히 나타낸 절단 사시도이다.
- <27> 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 전자기 유도 가속기(100)는 내부 및 외부 원형 루프 인덕터(101, 103)와, 내부 및 외부 원형 루프 인덕터(101, 103)가 내부 및 외부에 각각 배열된 채널(107)과, 채널(107)의 내벽에 마련된 유전층(105)과, 채널(107)의 바닥부에 방전코일(109)을 구비한다.
- <28> 내부 및 외부 원형 루프 인덕터(101, 103)는 동축으로 나란히 배열되어 있으며 채널(107)을 감싸는 방사상 방향으로 전류를 인가한다. 내부 및 외부 원형 루프 인덕터(101, 103)에는 동일한 시계방향 또는 반시계방향으로 전류를 인가하여 채널(107)의 내부를 가로지르는 자기장을 생성한다. 내부 및 외부 원형 루프 인덕터(101, 103)는 축방향으로 권선되는 코일의 권선수를 감소시키거나 동일 권선수로 권선된 코일에 흐르는 전류를 감소시켜 채널(107)의 내부에 유도되는 자기장을 축방향으로 감소시키는 특징을 가

진다. 자기장은 코일의 권선 방향에 대해 수직하게 채널(107)을 가로지르는 방향으로 형성되고 축방향으로 점차적으로 감소되도록 형성된다.

<29> 본 발명의 실시예에 따른 가속기의 일 구현예로 10cm 길이, 10cm 지름의 원형 루프 인덕터(101, 103)와, 터보 물리쿨러 펌핑을 가지는 30cm 지름, 100cm길이의 진공 용기를 마련하고, 이 장치들과 연결되는 펄스 형성 네트워크 및, PC에 기초한 공정조절, 정보습득 및, 정보분석 시스템을 더 구비하여 식각 시스템을 구성할 수 있다. 바람직하게는 본 발명의 실시예에 따른 가속기에서 500eV 정도의 병진 에너지를 가지도록 플라즈마 이온을 가속함으로써 전자 충전에 의한 손실없이 폴리 실리콘에 대한 식각 비율을 200 Å/min 이상이 되도록 할 수 있다.

<30> 방전 코일(109)에 의해 생성된 전기 에너지 펄스는 가스 내를 고속으로 전파하며 플라즈마를 형성한다. 따라서 종래의 전정력을 이용하는 가속기에 구비되는 전극을 별도로 구비할 필요가 없다. 플라즈마와 물리적으로 접촉할 수 있는 전극을 별도로 구비할 필요가 없다.

<31> 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 가속기를 간략히 나타낸 단면도로서, 유도 자기장과 이차 전류가 유도되는 과정과 유도 자기장과 이차 전류에 의해 전자기력이 유도되는 과정을 보이고 있다.

<32> 내부 및 외부 원형 루프 인덕터(101, 103)에 흐르는 전류는 채널(107) 내부에 자기장(B)을 유도하고 유도된 자기장(B)은 맥스웰 방정식에 따라 이차 전류(J)를 유도한다. 내부 및 외부 원형 루프 인덕터(101, 103)의 전류가 지면으로부터 나오는 방향으로 인가되면, 도 4에 도시된 바와 같이, 채널(107)을 가로지르는 방향으로 자기장(B)이 유도되

고, 이 유도 자기장(B)에 의해 내부 원형 루프 인덕터(101)를 감싸는 반시계 방향으로 이차 전류(J)가 유도된다.

<33> 이차 전류(J)는 외부로부터 유입되는 가스를 플라즈마 상태로 분해하기에 충분히 강한 전기장을 생성한다. 상기 이차 전류(J)와 자기장(B)은 수학식 1에 의해 플라즈마 이온을 극성에 관계없이 채널(107)의 출구쪽으로 가속시키는 Z축방향의 전자기력(F)을 형성한다. 전자기력(F)에 의해 가속되는 플라즈마 빔은 전자와 양이온이 함께 혼합되므로 중성을 나타낸다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 가속기는 전자기력에 의해 극성에 관계없이 동일방향으로 이온을 가속하므로 종래의 정전형 가속기에 반드시 구비되던 양극과 음극을 구비할 필요가 없어 장치의 구성을 간단히 할 수 있다.

<34> 【수학식 1】 $\vec{F} = \vec{J} \times \vec{B}$

<35> 본 발명의 실시예에 따른 가속기는 내부 및 외부 원형 루프 인덕터(101, 103)에 흐르는 전류를 조절함으로써 간단히 생성되는 전자기력(F)을 조절할 수 있다. 바람직하게는, 플라즈마 이온의 속도를 500eV 이하의 자기 아음속(subsonic) 영역을 가지도록 조절하여 타겟의 식각 프로파일을 균일하게 하여 기관에 증착되는 박막의 균질도를 향상시킬 수 있다. 플라즈마 이온의 속도를 측정하기 위해서는 자기 파동 프로브(magnetic fluctuation probe), 랭뮤어 프로브(langmuir probe) 또는 스피드 인디케이터(speed indicator)를 더 채용할 수 있을 것이다.

<36> 본 발명은 플라즈마 이온이 가속되는 채널의 내부 및 외부에 동축으로 코일을 권선하고 동일방향으로 전류를 인가하여 채널을 가로지르는 자기장을 형성한다. 채널 내부에 축방향으로 점차적으로 감소하는 자기장이 유도되도록 원형 루프 인덕터의 권선수를 감

소시키거나 흐르는 전류를 감소시키는 구성을 하여, 채널 내부에 자기장에 의해 유도되는 이차 전류와 상기 유도 자기장의 상호작용에 의한 전자기력을 생성한다. 본 발명은 방전 코일에 의해 형성되는 플라즈마를 효율적으로 가속하여 기존의 정전형 가속기에서 발생되던 노칭(notch)현상이 없으며, 이방성, 선택성, 막균질도 및, 공정재현성이 뛰어난 반도체 식각공정을 제공할 수 있다.

<37> 상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다, 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허 청구범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

【발명의 효과】

<38> 상술한 바와 같이 본 발명의 전자기 유도 가속기의 장점은 전극을 별도로 구비함이 없이 플라즈마 이온을 유도 자기장과 이차 전류의 상호작용에 의한 전자기력으로 효율적으로 가속함으로써 노칭현상을 제거할 수 있고 균질도, 이방성, 선택성 및, 공정재현성이 양호한 반도체 식각 공정을 수행할 수 있다는 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

소정 간격 이격되어 내부 및 외부에 동축으로 나란히 위치하고 축방향으로 유도 자기장이 감소하도록 형성된 내부 및 외부 원형 루프 인덕터;

상기 내부 및 외부 원형 루프 인덕터 사이에 상기 내부 및 외부 인덕터 와 접촉하는 유전층을 구비하며 상기 유전층 사이의 유도 자기장에 의해 이차전류가 유도되는 채널; 및

상기 채널에 펄스 에너지를 공급하여 플라즈마를 생성하는 방전코일;을 구비하는 전자기 유도 가속기.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 내부 및 외부 원형 루프 인덕터는 축방향으로 코일의 권선수가 감소되는 것을 특징으로 하는 전자기 유도 가속기.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 내부 및 외부 원형 루프 인덕터는 축방향으로 전류가 감소되는 것을 특징으로 하는 전자기 유도 가속기.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 자기장은 상기 축방향에 직교하는 방향으로 상기 채널을 가로질러 형성되는 것을 특징으로 하는 전자기 유도 가속기.

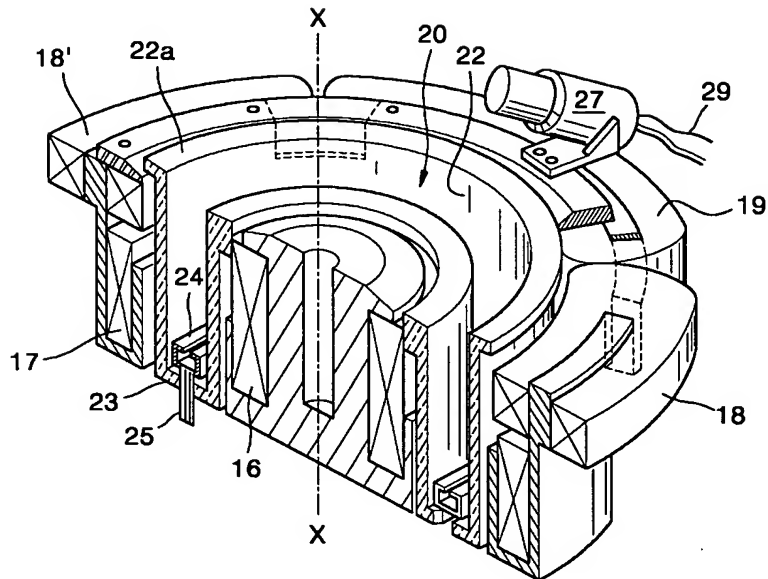
【청구항 5】

제 1 항에 있어서,

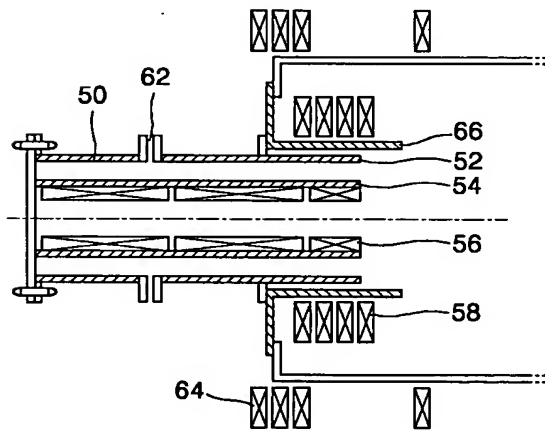
상기 이차 전류는 상기 내부 원형 루프 인덕터를 감싸는 방향으로 형성되는 것을 특징으로 하는 전자기 유도 가속기.

【도면】

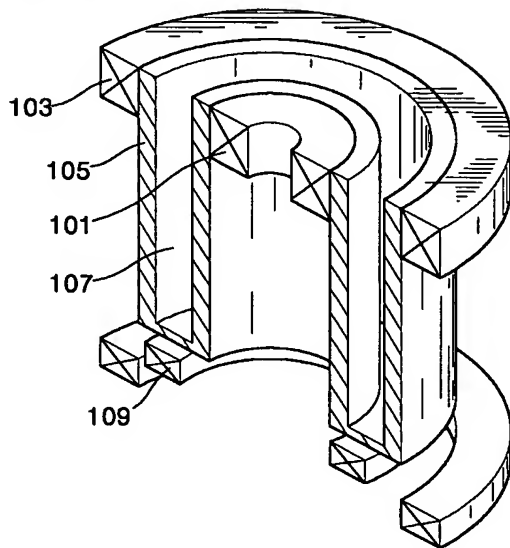
【도 1】



【도 2】



【도 3】



【도 4】

